

Method for producing microelectronic circuits and hybrids

Publication number: DE3837300
Publication date: 1990-05-23
Inventor: MOELLER WERNER DPL CHEM DR (DE)
Applicant: MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM (DE)
Classification:
- international: H01L27/58; H01L23/482; H01L21/02; H01L23/48; (IPC1-7): C09D5/38; C09D101/18; H01L23/10; H05K3/34
- European: H01L27/58; H01L23/482M4
Application number: DE19883837300 19881103
Priority number(s): DE19883837300 19881103

Report a data error here

Abstract of DE3837300

The invention relates to a method for producing microelectronic circuits and hybrids by means of multistage soldering of semiconductor components, hybrids and substrates composed of glass, ceramic, enamel/metal using thermal and electrically conductive glass solder composed of lead borate glass, silver flakes and other metal-mineral powders, binding agents and solvents under pressure and specific conditions. The method and the advantages achieved using it are explained with reference to exemplary embodiments.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①1 DE 3837300 A1

②1 Aktenzeichen: P 38 37 300.9
②2 Anmeldetag: 3. 11. 88
④3 Offenlegungstag: 23. 5. 90

⑤1 Int. Cl. 5:
H01L 23/10
H 05 K 3/34
C 09 D 101/18
C 09 D 5/38
// B23K 26/00

DE 3837300 A1

⑦1 Anmelder:
Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012
Ottobrunn, DE

⑦2 Erfinder:
Möller, Werner, Dipl.-Chem. Dr., 7900 Ulm, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Herstellung von mikroelektronischen Schaltungen und Hybriden

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von mikroelektronischen Schaltungen und Hybriden mittels mehrstufigem Verlöten von Halbleiterbauelementen, Hybriden und Substraten aus Glas, Keramik, Emaille/Metall mit thermisch und elektrisch leitenden Glasloten aus Bleiboratzglas, Silberflakes oder anderen Metall-Mineralpulvern, Bindemitteln und Lösungsmitteln unter Druck und spezifischen Bedingungen. Anhand von Ausführungsbeispielen wird das Verfahren und seine erzielten Vorteile erläutert.

DE 3837300 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von mikroelektronischen Schaltungen und Hybriden gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1.

Hochkomplexe mikroelektronische Schaltungen hoher Zuverlässigkeit werden durch hermetische Verkapselung gegen äußere Feuchte, aggressive Gase und schädliche Umwelteinflüsse vor Korrosion geschützt. Hierbei müssen aber auch in der Verkapselung selbst für die Schaltung aggressive Stoffe vermieden bzw. ausgeschlossen werden. Dies ist aber bei dem zunehmenden Einsatz von Kunststoffen zum Verkleben, Verkapseln und Abdecken bei solchen hermetisch verschlossenen Mikroelektronik-Schaltungen nicht mit Sicherheit gewährleistet, vor allem dann, wenn sie thermisch beansprucht werden, wie beispielsweise beim Verlöten von Cerdip-Gehäusen oder beim Einsatz von Leistungschips.

Bei der Verwendung von sogenannten Lotpasten ist eine erhebliche Einschränkung durch die organischen Anteile solcher Pasten, insbesondere der aggressiven Flußmittel gegeben. Dies gilt auch für das Verlöten mit Preforms, Lötfolien usw., da sie aufwendige bzw. sehr anspruchsvolle Metallisierung — wie beispielsweise Vorverzinnung der Bauteile — erfordern. Auch die laufende Weiterentwicklung von hitzebeständigen, hochgefüllten Silberleitklebern brachte bisher keine Lösung.

Aus der Hochvakuumtechnik der Elektronenstrahlröhren sind zum Verlöten von Glas- und Metallteilen sogenannte Glaslotpasten bekannt geworden, beispielsweise in der US-PS 35 20 831 oder DE-PS 27 46 320. In dem Artikel "Development of adhesive DIE Attach Technology in Cerdip Packages", von F. K. Moghadam in "Solid State Technology", Jan. 84, Seiten 149—157, wird eine Paste aus Glaslot mit 70—80% Silberpulver (bezogen auf Feststoff) und einer Bindemittel-Lösung auf Terpeneol-Basis beschrieben. Durchgeführte Versuche ergaben jedoch, daß solche Silber-Glaslot-Pasten gemäß des Standes der Technik erhebliche Haftfestigkeitseinbußen von über 50% schon nach wenigen Thermoschocks aufweisen. Hinzu kommt noch, daß die Zug-scherfestigkeit nur 30—40% der sonst an Silberglaslotverbindungen ermittelten Werte erreichte. Untersuchungen ergaben, daß sowohl Abkühlungsrisse als auch Lunker auftreten, die für diese Festigkeitsminderung verantwortlich sind. Die Lösungsmittel-Verdampfung dieser Silberglaslot-Pasten und die Bindemittel-Zersetzung ergeben hohe Porosität und ein Aufschäumen des Glases.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das die Verarbeitungsvorteile der Klebtechnik und des Epoxy-DIE-Bondens bietet und thermisch wie elektrisch leitende, gut haftende, gegenüber mechanischen und thermischen Schocks stabile Fügeverbindungen zwischen Chip und Substrat gewährleistet.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 aufgezeigte Lehre gelöst. In den Unteransprüchen sind Weiterbildungen und Ausgestaltungen angegeben und in der nachfolgenden Beschreibung sind Ausführungsbeispiele gebracht.

Das hier vorgeschlagene Verfahren sieht vor, daß die Glaslotpaste zunächst wie ein Epoxy-Kleber nach dem Siebdruck-, Stempel- oder DIE-Bond-Verfahren aufgetragen, dann bis auf 300°C aufgeheizt, entgast und heiß angepreßt wird und erst dann die Chips bzw. Bauteile aufgedrückt werden. Die Paste wird im Viskositätsver-

halten mit Hilfe der Bindemittel-Lösung — hier 1%-ige Nitrocellulose/Butylacetat-Lösung — der bisher üblichen Epoxy-Kleberpaste angepaßt, so daß nebeneinander mit den gleichen Maschinen und Vorrichtungen eine Verarbeitung möglich ist. Bei großflächigen Glaslot-Beschichtungen, z.B. zum Anlöten des Bauteils auf das Substrat erweist sich die Heißstempel- oder Bügeltechnik als sehr vorteilhaft.

Nun konnte überraschend festgestellt werden, daß die elektrische und thermische Leitfähigkeit bei Silberglaslot nahezu sprunghaft von 1 Ω auf den erforderlichen Wert von 0,05 Ω ansteigt, wenn der Silberanteil des Lots zwischen 25 und 45% beträgt. Bei einer weiteren Erhöhung auf den üblichen Anteil von 80% Silber jedoch ist der Anstieg nur noch gering. Durch den hier im Verfahren vorgeschlagenen Silberanteil von 25 bis 40%, der die gleiche Leitfähigkeit wie das Epoxy-Silberglaslot des Standes der Technik erbringt, wird nicht nur eine beachtliche Silberersparnis erzielt, sondern auch eine Erhöhung des Binderanteils erreicht, d.h. eine niedrigere Schmelzviskosität, eine bessere Benetzung und Verschmelzung und damit auch eine höhere Haftung.

Nun kann allerdings ein erhöhter Glaslotanteil, wie er sich aus der Reduzierung des Silberanteils ergibt, bei unangepaßten Ausdehnungskoeffizienten die Schockfestigkeit vermindern. Deshalb wird vorgeschlagen, nicht mit Glaslot, sondern mit Aluminiumoxid auszugleichen und so den Ausdehnungskoeffizienten anzupassen.

Es sind Ag-Composit-Lote mit einem Ausdehnungskoeffizienten von $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ und damit spannungsarme Keramik/Silizium-Chip-Verlötungen herstellbar. Weiterhin kann es vorteilhaft sein, das Silber durch andere Metallpulver teilweise zu ersetzen. So vermindern beispielsweise Palladium-Zusätze die bei Silber-Klebern und -Loten mögliche Migrationsgefahr. Aluminiumnitrid-Pulverzusätze verbessern dagegen infolge der außerordentlich hohen Wärmeleitfähigkeit das thermische Verhalten.

Allerdings erfordert eine Verringerung des Glasanteils erhöhte Applikationsdrücke. Um trotz der hohen Viskosität eine Schrumpfung bzw. Verfestigung des Glaslotes zu ermöglichen, wird die Paste in bekannter Weise auf das vorgewärmte (150°C) Substrat gepreßt. Je nach Größe des Glaslot-Preforms ist eine Preßzeit von 1—30 sec. bei einem Preßdruck von 2—4 bar erforderlich. Anschließend wird mit einem temperaturgesteuerten Laserlötgerät das Glaslot-Preform auf 400°C, d.h. bis zum Aufschmelzen aufgeheizt und das Bauteil, z.B. Silizium-Chips, heiß aufgedrückt. Hierzu kann ein modifizierter Epoxy-DIE-Bonder verwendet werden.

Beim Laserlöten mit Nd = YAG-Geräten kann die Aufheizung rückseitig durch die für Laserlicht ($\lambda = 1,06 \mu\text{m}$) transparente Keramiksubstrate bestrahlt werden.

Nun wird weiterhin vorgeschlagen, um die Kontaktierung und Haftung zu verbessern, daß anschließend an den vorbeschriebenen Arbeitsgang, 30—60 Minuten bei 400°C \pm 30°C in einem Trockenofen getempert wird.

Die Glaslot-Viskosität ist bei 400°C noch so hoch, daß eine bestimmte Zeit bis zur völligen Benetzung benötigt wird. Bei hohen Glaslotanteilen bzw. unangepaßten Ausdehnungskoeffizienten muß anschließend auf eine langsame Abkühlung auf 300°C geachtet werden, vorgeschlagen werden 2 bis 50°C pro Minute.

Die Homogenisierung der vorgeschlagenen Glaslotpasten geschieht durch etwa eintägiges Rühren in einem verschlossenen Rührwerk. Die Paste wird anschließend auf einem Walzenstuhl rollend in einer verschlossenen Glasflasche aufbewahrt, evtl. in der Viskosität durch

entsprechenden Lösungszusatz den Verarbeitungsforderungen angepaßt. Die Pastenapplikation kann durch die an sich bekannten Verfahren durchgeführt werden, wie beispielsweise Aufstreichen mittels Spatel, Siebdrucken oder Stempeln mittels einer Stempelvorrichtung, wobei z.B. die Bonder in einer Dicke von $100 \pm 50 \mu\text{m}$ ausgeführt werden.

Das weitere Verfahren sieht vor, daß der Pastenaufdruck mit IR-Dunkelstrahlung eine Minute lang oder im Trockenschrank bei 150°C getrocknet wird. Chips und kleine Bauelemente werden sofort aufgelegt. Anschließend wird die Schaltung mit einer Quarzglasscheibe oder Glimmerfolie abgedeckt mit etwa 1 bar angepreßt und im Trockenschrank zwischen 10 und 30 Minuten lang bei etwa 320°C entgast. Schließlich wird etwa 30 ± 15 Minuten bei $400 \pm 20^\circ\text{C}$ unter 1–4 bar Druck angelast.

Beim automatischen Laser-Glaschipbonden mit dem DIE-Bonder wird im Fertigungstakt, z.B. 2", Silberglaslotpaste dosiert, der Chip aufgebracht, gepreßt und mit dem Lötaser unter Schutzgas angelötet. Anschließend werden die gebondeten Chips im Wärmeschrank getempert.

Auch die Trocknung, Entgasung, und Anglasung kann in einem Durchlaufofen mit entsprechendem Profil in einem Arbeitsprozeß erfolgen. Bei der nachfolgenden Cerdip-Einglasung ist darauf zu achten, daß die Fließtemperatur des Glases von 420°C nicht erreicht wird. Die Abkühlung bei Verwendung von Silberglaslot mit hohem Ausdehnungskoeffizienten erfolgt von 400°C auf 350°C mit $2^\circ\text{C}/\text{min}$, unter 350°C mit $10^\circ\text{C}/\text{min}$ und unter 150°C mit $25^\circ\text{C}/\text{min}$.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von mikroelektronischen Schaltungen und Hybriden, wobei zum Befestigen der mikroelektronischen Bauelemente und/oder Baugruppen auf Metall-, Keramik-, Glas- oder Emaille-Substraten thermisch und elektrisch leitende Gläser, Glaslotpasten bzw. Composit-Glaslote verwendet und die IC's bzw. Hybriden hermetisch verschlossen werden, **dadurch gekennzeichnet, daß**

- a) die Glaslotpaste mit einer Bindemittellösung, z.B. 1%ige Nitrocellulose/Butylacetatlösung, versetzt wird,
- b) diese so versetzte Glaslotpaste nach dem Siebdruck-, Stempel- oder DIE-BOND-Verfahren aufgetragen,
- c) bis auf 300°C aufgeheizt und entgast wird,
- d) dann heiß angepreßt und anschließend die Chips bzw. Bauteile aufgedrückt und die sich so ergebende Schaltung verglast wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Anlöten des Bauteils auf das Substrat bei großflächiger Glaslotbeschichtung die an sich bekannte Heißstempel- oder die Bügeltechnik verwendet wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Glaslotpaste eine Silberglaslotpaste verwendet wird, die nur einen Silberanteil von 25 bis 40% aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Glaslotanteil der Silberglaslotpaste zur Anpassung der Ausdehnungskoeffizienten prozentual durch Zusatz von Aluminiumoxid reduziert wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Silberanteil der Silberglaslotpaste teilweise durch Zusatz anderer Metallpulver — beispielsweise Palladium — ersetzt wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß der Glasanteil der Silberglaslotpaste in einem bestimmten Prozentsatz reduziert und durch Aluminiumnitrid-Pulverzusätze ergänzt wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß die in ihrem Glaslotanteil verringerte und durch Metallpulver ergänzte Silberglaslotpaste in an sich bekannter Weise auf das auf 150°C vorgewärmte Substrat aufgepreßt wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, daß das bei einem Preßdruck von 2–4 bar erzeugte Glaslot-Preform mit einem temperaturgesteuerten Laserlötgerät (P 36 06 764.4 oder G 86 05 658.1) bis zum Aufschmelzen (400°C) aufgeheizt und das Bauteil, beispielsweise Silicium-Chip, heiß aufgedrückt und anschließend 30 bis 60 Minuten bei $400^\circ\text{C} \pm 30^\circ$ in einem Trockenofen getempert wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, daß zum Trocknen, Entgasen und Anglasen der Pastenaufdruck entweder 1 Minute mit IR-Dunkelstrahlung oder mit 150°C im Trockenofen getrocknet, Chips und kleinere Bauelemente sofort aufgelegt und anschließend die Schaltung mit einer Quarzglasscheibe oder Glimmerfolie abgedeckt, leicht gepreßt und im Trockenschrank bei etwa 320°C entgast wird und daß anschließend die Anglasung bei etwa 400°C unter 1–4 bar Andruck in einer Zeit von 30 ± 15 Minuten durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkühlzeit entsprechend der jeweils gewählten Silberglaslot-Zusammensetzung gewählt wird.

— Leerseite —